



Comune di Trieste  
piazza Unità d'Italia 4  
34121 Trieste  
tel. 040/6751  
www.comune.trieste.it  
partita iva 00210240321

AREA CITTA' E TERRITORIO  
SERVIZIO PROJECT FINANCING

PIANO CITTA'

NUOVA SEDE ARCHIVIO GENERALE COMUNALE

1° LOTTO

PROGETTISTA E COORDINATORE

dott. arch. iunior Sergio Russignan

COPROGETTISTI

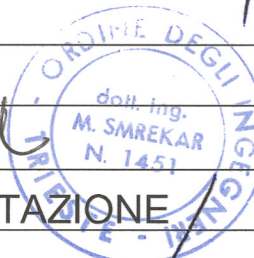
dott. ing. Laura Cammarata

geom. Guido Vecchiet

per. ind. Giorgio Smrekar

PROGETTISTA OPERE STRUTTURALI

dott. ing. Mario Smrekar



COORDINATORE SICUREZZA PER LA PROGETTAZIONE

dott. arch. iunior Sergio Russignan

DISEGNATORI

geom. Angelo Micillo

per. ind. Claudio Baucer

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

dott. ing. Giovanni Svara

PROGETTO ESECUTIVO  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO

TAVOLA

RELAZIONE SPECIALISTICA  
(art.35 DPR 207/2010)

SCALA

DATA

OTTOBRE 2013

Trieste

# **RELAZIONE TECNICA**

## **IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

### **SOMMARIO**

1. INTRODUZIONE
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. DATI IMPIANTO
4. DATI COMPONENTI
5. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO
6. IMPIANTO A VALLE DEL GENERATORE

## **1. INTRODUZIONE**

Questo documento contiene:

- i dati climatici e dei componenti dell'impianto,
- la descrizione dei calcoli effettuati per il dimensionamento dell'impianto;
- la valutazione economica dell'investimento.

## **2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme CEI ed UNI attualmente in vigore:

UNI 10349

Riscaldamento degli edifici – Dati climatici

UNI 8477-1

Energia solare. Calcolo degli apporti per l'applicazione nell'edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.

CEI EN 50380 09/2003

Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici

CEI EN 61702 10/2001

Valutazione dei sistemi di pompaggio fotovoltaici (FV) ad accoppiamento diretto

CEI EN 61683 10/2002

Sistemi fotovoltaici

Condizionatori di potenza

Procedura per misurare l'efficienza

CEI EN 60904-8 04/2000

Dispositivi fotovoltaici

Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico

CEI EN 61701 02/2000

Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)

CEI EN 61277 05/1999

Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica

## Generalità e guida

CEI EN 61829 03/1999

Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino

Misura sul campo delle caratteristiche I-V

CEI EN 61724 02/1999

Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici

Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati

CEI EN 60904-7 02/1999

Dispositivi fotovoltaici

Parte 7: Calcolo dell'errore di disadattamento spettrale nelle prove dei dispositivi fotovoltaici

CEI EN 61345 02/1999

Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)

CEI EN 61646 01/1999

Moduli fotovoltaici (FV) a film sottili per usi terrestri

Qualificazione del progetto e approvazione di tipo

CEI EN 61725 10/1998

Espressione analitica dell'andamento giornaliero dell'irraggiamento solare

CEI EN 60891 04/1998

Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in silicio cristallino

Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento

CEI EN 61173 04/1998

Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia

Guida

CEI EN 60904-3 04/1998

Dispositivi fotovoltaici

Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento

CEI EN 60904-1 04/1998

Dispositivi fotovoltaici

Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione

CEI EN 60904-2 10/1997

Dispositivi fotovoltaici

Parte 2: Prescrizioni per le celle solari di riferimento

CEI EN 61215 06/1997

Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri  
Qualifica del progetto e omologazione del tipo

CEI EN 61727 06/1997

Sistemi fotovoltaici (FV)

Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete

CEI EN 61194 06/1997

Parametri caratteristici dei sistemi fotovoltaici (FV) autonomi

CEI EN 60904-6 12/1996

Dispositivi fotovoltaici

Parte 6: Requisiti dei moduli solari di riferimento

NORMA CEI 82-25            09/2010

Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di media e bassa tensione.

CEI 64-8 – V.4

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

CEI 0-16

Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

CEI 0-21

Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica

PROT EM 622/867 del 18/02/2011

Nota Direzione Centrale per l'Emergenza ed il Soccorso Tecnico

Procedure in caso di intervento in presenza di pannelli fotovoltaici e sicurezza degli operatori Vigili del Fuoco

GUIDA TECNICA ALEGATO A. 70

Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita.

DCPREV prot n. 1324 del 7 febbraio 2012

Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione Anno 2012.

### **3. DATI IMPIANTO**

#### ***3.1 Tipologia d'impianto***

L'impianto fotovoltaico in oggetto è definito di tipo GRID-ON, ovvero connesso alla rete elettrica nazionale, questo significa che tutta l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico viene interamente ceduta e non direttamente utilizzata dall'utente. Per effettuare la lettura dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico occorre installare un contatore unidirezionale in aggiunta a quello già esistente di proprietà del distributore di energia elettrica oppure, in alternativa, si può installare, previo accordo con il Distributore, un contatore bidirezionale, che fornisca direttamente la differenza dell'energia assorbita dalla rete da quella immessa in rete.

È necessario, prima di collegare l'impianto alla rete elettrica, avviare la procedura dello scambio sul posto, con il Distributore locale di energia elettrica. In generale, nel caso si preveda lo scambio sul posto senza ricorrere ad incentivi tipo Conto Energia, conviene sottodimensionare minimamente l'impianto fotovoltaico in base al fabbisogno dell'utente.

#### ***3.2 Dati topografici e climatici***

L'impianto sarà realizzato in agro di Trieste che topograficamente è localizzata ad una latitudine di  $45^{\circ} 38' 58''$  e ad una longitudine di  $13^{\circ} 46' 20''$ .

I moduli verranno posizionati su tetto Copertura a falda con un angolo azimutale di  $0^{\circ}$  ed un'inclinazione di  $30^{\circ}$

Nel sito d'installazione esiste un albedo di tipo Cemento

La condizione di ombreggiamento, effettuando una valutazione empirica sulla base di osservazioni in loco, può essere espressa in percentuale pari al 100%.



## **4. DATI COMPONENTI**

### ***4.1 Moduli fotovoltaici***

Per realizzare l'impianto in questione sono stati scelti moduli fotovoltaici della CONERGY. del tipo Conergy PowerPlus 230P

I cui parametri elettrici sono:

- tensione nel punto di massima potenza espresso in Volt: 30
- corrente nel punto di massima potenza espresso in Ampere: 7,67
- potenza di picco espressa in Watt: 230
- tensione a vuoto espressa in Volt: 36,8
- corrente di corto circuito espressa in Ampere: 8,08
- efficienza o rendimento del modulo espresso in percentuale: 14,13

I parametri fisici del modulo scelto sono :

- lunghezza della cella espressa in centimetri: 15,6
- larghezza della cella espressa in centimetri: 15,6
- lunghezza totale del modulo espresso in centimetri: 98,6
- larghezza totale del modulo espresso in centimetri: 165,1
- tipo di cella: Policristallino
- numero di celle: 60

La ditta costruttrice ha ottenuto le seguenti certificazioni: IEC 61215 Ed. 2, 61730

## **4.2 Inverter**

L'inverter scelto è della CONEXT di tipo TL 20000 E i cui parametri elettrici sono:

- tensione massima in ingresso espressa in Volt: 1000
- potenza nominale espressa in Watt: 20000
- tensione di esercizio: 809
- potenza massima del generatore fotovoltaico espressa in Watt: 21000
- efficienza o rendimento del modulo espresso in percentuale: 98,05

## **5. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO**

La configurazione dell'impianto prevede l'installazione di n. 7 stringhe, ognuna delle quali composta da n. 22 moduli e di n. 2 stringhe composte da n. 21 moduli collegati in serie tra di loro e protetti da diodo di blocco.

Le stringhe saranno collegate in parallelo a n 3 inverter Trifase.

La superficie totale del generatore sarà di n. 286,19 mq, mentre l'ingombro previsto dei moduli è pari a n. 319,06 mq.

Con i dati climatici e topologici a disposizione, si ricava che l'energia teorica producibile annua nel sito dell'impianto è pari a 1518 kWh/mq. Implementando il metodo di Liu-Jordan, l'impianto in questione, che somma una potenza di picco pari a 45,08 kW ed un rendimento del 12,38%, si prevede di produrre 54.346 kWh/anno.

L'impianto così configurato consente di evitare l'emissione di 28.803 Kg di Anidride Carbonica all'anno.

La protezione delle condutture contro i sovraccarichi, cortocircuiti e contatti indiretti sarà realizzata tramite apparecchi di protezione di tipo modulare, passo 17,5mm idonei all'installazione su profilo normalizzato DIN, o scatolati, , provvisti di sganciatori magnetotermici per la protezione delle linee da sovracorrenti e corto circuiti e di sganciatori differenziali ad alta sensibilità per garantire la protezione delle persone contro i contatti indiretti e nel contempo la continuità di servizio delle varie sezioni dell'impianto.

I dispositivi di protezione modulari a valle dell'inverter, saranno di fabbricazione, conformi alle norme CEI 23-3 IV edizione e presenteranno le seguenti caratteristiche:

Tensione nominale = 400/230V

Frequenza nominale = 50Hz

Potere d'interr. serv. = 10kA

Caratteristica d'intervento = tipo C

Temperatura di riferimento = 30°C

Grado di protezione = IP20

I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti avranno potere d'interruzione uguale o superiore alla massima corrente di corto circuito presunta nel punto d'installazione, al fine di interrompere le correnti di c.c. dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni. (CEI 64-8/4 art. 434.1). La protezione contro i cortocircuiti di ogni singolo conduttore è stata verificata in sede di progettazione in riferimento alle prescrizioni dettate dalla norma CEI 64-8/4 art. 434.3.2, secondo la formula seguente:

$$I^2t = K^2S^2$$

dove:

( $I^2t$ ) è l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito (in  $A^2s$ ).

$K^2S^2$ : è l'energia specifica che la conduttura, di sezione  $S$  e caratterizzata dal coefficiente  $K$ , è in grado di sopportare;

$K$ :

-115 per i conduttori in rame isolati in PVC;

-135 per i conduttori in rame isolati con gomma ordinaria o gomma butilica;

-143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato

$S$ : sezione del conduttore in  $mm^2$ .

I dispositivi di protezione contro i sovraccarichi previsti avranno caratteristiche tali da interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture. (CEI 64-8/4 art. 433.1).

Le caratteristiche dei suddetti dispositivi sono tali da soddisfare le seguenti due condizioni:

$$I_b = I_n = I_z$$

$$I_f = 1.45 \cdot I_z$$

con:

$I_b$ : corrente di impiego del circuito;

Iz: portata in regime permanente della conduttura;

In: corrente nominale del dispositivo di protezione;

If: corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definitive.

La protezione contro i contatti indiretti nel sistema TN, avviene per interruzione della alimentazione , pertanto si assicurerà il soddisfacimento della condizione (CEI 64-8 par.413.1.3.3)

$$Z_s \cdot I_a \leq U_o$$

con:

$Z_s$  è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto e la sorgente;

$I_a$  è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito in tabella in funzione della tensione nominale  $U_o$  per i circuiti terminali protetti con dispositivi di protezione contro le sovracorrenti aventi correnti nominale o regolata che non supera i 32A;

$U_o$  è la tensione nominale verso terra in c.a.

La protezione contro i contatti indiretti in questo caso avverrà mediante interruttori differenziali posti all'interno dei quadri elettrici sopra citati. Tali dispositivi saranno ad intervento regolabile in tempo ed in corrente. I tempi riferiti alla " tab. 41 A" saranno riferiti a una corrente di intervento di guasto differenziale presunta significativamente più elevata della corrente differenziale nominale dell'interruttore differenziale (tipicamente  $5 I_{dn}$ ).

Nel dimensionamento delle sezioni dei conduttori, la caduta di tensione (per impianto funzionante a pieno carico) è stata contenuta entro il 4% della tensione nominale.

## **6. IMPIANTO A VALLE DEL GENERATORE**

### ***6.1 Quadro di campo***

Quadro di campo, da porre nel sottotetto a protezione delle stringhe dei pannelli posizionati sulla Copertura, in materiale plastico autoestinguente, modulare; componibile nell'esecuzione IP55, colore grigio RAL . Posto a parete, completo di porta trasparente, ad anta singola con serrature a chiave. Pannelli interni forati copri apparecchiature, apribili, ma sigillabili, con targhette indicatrici incise, sostegni interni sagomati porta apparecchiature, morsettiere interne di collegamento e messa a terra, canalette di contenimento conduttori in PVC autoestinguente. Costruito in conformita alle norme CEI 17/13. Compresa opera muraria di finitura, allegato schema elettrico posto in apposita custodia all'interno dello stesso, ed ogni altro onere necessario per realizzare l'opera a regola d'arte. Con installate e cablate a morsettiera le apparecchiature quali fusibili a protezione della singola stringa, interruttore per correnti continue, con bobina di sgancio a 24V , scaricatori di sovracorrente e monitoraggio.

### ***6.2 Quadro sezionamento inverter***

Quadro sezionamento inverter, da porre nel vano al pianoterra dello stabile a sezionamento delle linee derivanti dal generatore fotovoltaico. Quadro elettrico in materiale plastico autoestinguente, modulare; componibile nell'esecuzione IP55, colore grigio RAL . Posto a parete, completo di porta trasparente, ad anta singola con serrature a chiave. Pannelli interni forati copriapparecchiature, apribili, ma sigillabili, con targhette indicatrici incise, sostegni interni sagomati porta apparecchiature, morsettiere interne di collegamento e messa a terra, canalette di contenimento conduttori in PVC autoestinguente. Costruito in conformita alle norme CEI 17/13. Compresa opera muraria di finitura, allegato schema elettrico posto in apposita custodia all'interno dello stesso, ed ogni altro onere necessario per realizzare l'opera a regola d'arte. Con installate e cablate a morsettiera le apparecchiature quali interruttore per correnti continue 4 poli 160A 1100V in corrente continua.

### ***6.3 Quadro parallelo inverter***

Sottoquadro elettrico per la protezione trifase n° 3 Inverters trifasi Impianto Fotovoltaico - Lato CA - denominato Quadro parallelo, costituito da:

Quadro elettrico in materiale plastico autoestinguente, modulare; componibile nell'esecuzione IP55, colore grigio RAL . Posto a parete, completo di porta trasparente, ad anta singola con serrature a

chiave. Pannelli interni forati copriapparecchiature, apribili, ma sigillabili, con targhette indicatrici incise, sostegni interni sagomati porta apparecchiature, morsettiere interne di collegamento e messa a terra, canalette di contenimento conduttori in PVC autoestinguente. Costruito in conformità alle norme CEI 17/13. Comprese opere murarie di finitura, allegato schema elettrico posto in apposita custodia all'interno dello stesso, ed ogni altro onere necessario per realizzare l'opera a regola d'arte. Con installate e cablate a morsettiera le apparecchiature quali 3 protezioni magnetotermiche trifasi (3x 40A ) linea alternata da inverter, un generale dispositivo di generatore DDG MTD 3x160A 300mA con bobina di sgancio a riarmo manuale dispositivo di rincalzo con ritardo 0,5 sec rispetto al comando di apertura del dispositivo di interfaccia e contatto ausiliario (per controllo di stato secondo Norma CEI 0-21, opportunamente integrata dai contenuti dell'Allegato A70 di TERNA, come stabilito dalla Delibera AEEG 84/2012/R/EEL) e bobina a lancio di corrente, potere di interruzione adeguato al punto di installazione.

#### **6.4 *Quadro dispositivo di interfaccia***

Quadro interfaccia, costituito da:

Quadro elettrico in materiale plastico autoestinguente, modulare; componibile nell'esecuzione IP55, colore grigio RAL . Posto a parete, completo di porta trasparente, ad anta singola con serrature a chiave. Pannelli interni forati copri apparecchiature, apribili, ma sigillabili, con targhette indicatrici incise, sostegni interni sagomati porta apparecchiature, morsettiere interne di collegamento e messa a terra, canalette di contenimento conduttori in PVC autoestinguente. Costruito in conformità alle norme CEI 17/13. Comprese opere murarie di finitura, allegato schema elettrico posto in apposita custodia all'interno dello stesso, ed ogni altro onere necessario per realizzare l'opera a regola d'arte. Con installate e cablate a morsettiera le apparecchiature quali interruttore generale MT 3P 160 A e bobina di apertura, contattore trifase, con contatto ausiliario, denominato DDI con bobina comandata da Relè d'interfaccia SPI Conforme alla specifica CEI 0-21 per impianti BT di potenza superiore a 6kW già equipaggiata con porta Ethernet e protocollo IEC61850 certificato da ente esterno, con controllo di contatto del dispositivo di interfaccia e del dispositivo di generatore con alimentazione da Ups. Conforme Norma CEI 0-21, opportunamente integrata dai contenuti dell'Allegato A70 di TERNA, come stabilito dalla Delibera AEEG 84/2012/R/EEL.

#### **6.4 *Quadro allacciamento impianto esistente.***

E' prevista l'installazione di un interruttore magnetotermico differenziale (4x 160 A Selettivo) nel quadro servizi cabina esistente, per la protezione della linea generatore fotovoltaico, con bobina a lancio di corrente (24V), per lo sgancio di emergenza comandata da pulsante a rottura di vetro.